

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-049057

(43)Date of publication of application : 20.02.1996

(51)Int.Cl. C23C 8/22
C21D 1/06
C21D 9/40
C22C 38/00
C22C 38/24
C23C 8/32
F16C 33/62

(21)Application number : 06-185718

(71)Applicant : NIPPON SEIKO KK

(22)Date of filing : 08.08.1994

(72)Inventor : MITAMURA NOBUAKI
YAMAMURA KENJI

(54) ROLLING BEARING EXCELLENT IN WEAR RESISTANCE

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the wear resistance of a bearing and to obtain its excellent productivity, in a rolling bearing formed by incorporating a specified amt. of V into a medium-low carbon low alloy steel, by executing carburizing or carbo-nitriding treatment at the time of heat treatment and precipitating VC carbides on to the surface of the product.

CONSTITUTION: At least one of the bearing ring and a rolling body of a rolling bearing is formed by a steel stock obtd. by incorporating, by weight, 0.8 to 2.0% V into a medium-low carbon alloy steel contg. 0.1 to 0.7% C, 0.5 to 3.0% Cr, 0.3 to 1.2% Mn, 0.3 to 1.5% Si and $\leq 0.3\%$ Mo. At the time of subjecting the formed product to heat treatment, carburizing or carbonitriding is executed. By this treatment, the relationship in which carbon concn. in the surface of the product is regulated to 0.8 to 1.5wt.% and the V/C concn. ratio in the surface is regulated to 1 to 2.5 is satisfied, and VC carbides are precipitated on to the surface of the product. Since the surface of the product is coated with fine VC type carbides having high hardness, the wear resistance of the bearing under severe using conditions can be improved.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 30.07.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3413975

[Date of registration] 04.04.2003

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-49057

(43) 公開日 平成8年(1996) 2月20日

| (51) Int.Cl. ⁶ | 識別記号 | 庁内整理番号 | F I | 技術表示箇所 |
|---------------------------|---------|--------|-----|--------|
| C 2 3 C 8/22 | | | | |
| C 2 1 D 1/06 | A | | | |
| 9/40 | A | | | |
| C 2 2 C 38/00 | 3 0 1 N | | | |
| 38/24 | | | | |

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 8 頁) 最終頁に続く

| | | | |
|-----------|-----------------|----------|--|
| (21) 出願番号 | 特願平6-185718 | (71) 出願人 | 000004204 日本精工株式会社 東京都品川区大崎1丁目6番3号 |
| (22) 出願日 | 平成6年(1994) 8月8日 | (72) 発明者 | 三田村 宣品 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 |
| | | (72) 発明者 | 山村 賢二 神奈川県藤沢市鶴沼神明一丁目5番50号 日本精工株式会社内 |
| | | (74) 代理人 | 弁理士 森 哲也 (外2名) |

(54) 【発明の名称】 耐摩耗性に優れた転がり軸受

(57) 【要約】

【目的】 高温環境等の厳しい使用条件下でも優れた耐摩耗特性を備え、且つ同時に生産性にも優れた転がり軸受を提供する。

【構成】 転がり軸受の軌道輪および転動体の少なくとも一つを中低炭素低合金鋼に V ; 0.8 ~ 2.0 重量% を含有させた鋼を素材として形成し、熱処理時に浸炭または浸炭窒化処理を施して、表面の炭素濃度が 0.8 ~ 1.5 重量% で且つ V / C 濃度比が 1 ~ 2.5 の関係を満す V C 炭化物を製品表面に析出させたものとした。

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 軌道輪および転動体からなる転がり軸受において、当該軌道輪および転動体の少なくとも一つが、C ; 0.1 ~ 0.7 重量%、Cr ; 0.5 ~ 3.0 重量%、Mn ; 0.3 ~ 1.2 重量%、Si ; 0.3 ~ 1.5 重量%、Mo ; 3 重量%以下の中低炭素低合金鋼に V ; 0.8 ~ 2.0 重量%を含有させた鋼を素材とし、その素材を用いて形成した製品の熱処理時に浸炭または浸炭窒化処理を施し、製品表面の炭素濃度が 0.8 ~ 1.5 重量%で且つ表面の V/C 濃度比が 1 ~ 2.5 の関係を満すことにより、製品表面に V-C 炭化物を析出せしめてなる耐摩耗性に優れた転がり軸受。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明は、自動車、農業機械、建設機械、鉄鋼機械及びその他産業機械に使用される転がり軸受に係り、特に、軸受使用条件が厳しく（高温環境とか、滑りを伴う転がり接触が起こる場合等）、耐摩耗性が要求される用途に好適に使用できる耐摩耗性に優れた転がり軸受に関する。

【0002】

【従来の技術】 転がり軸受は、高面圧下で繰り返しせん断応力を受けるという厳しい使われ方をするため、そのせん断応力に耐えて転がり疲労寿命（以下、単に寿命という）を確保する必要がある。そのため、従来は、転がり軸受の軌道輪（内外輪）、転動体を構成する素材に高炭素クロム軸受鋼（SUJ2）を用いて、これに焼入れ・焼戻しを施し、ロックウェル硬さを Hr C 58 ~ 64 とすることにより寿命の向上を図っていた。

【0003】 また、肌焼鋼を用いることにより寿命を向上させる例もある。この例では、接触面圧に起因する内部せん断応力分布に合わせて硬さカーブを設定する必要から、焼入性の良好な低炭素肌焼鋼 SCR 420H、SCM 420H、SAE 8620H、SAE 4320H 等を用い、これに浸炭又は浸炭窒化処理、焼入、焼戻を施すことにより、軸受部品の表面硬さが Hr C 58 ~ 64 で、かつ心部硬さが Hr C 30 ~ 48 になるようにして必要とされる寿命を確保していた。

【0004】 しかし最近では、転がり軸受を使用する機械の高負荷化、高速化が進んで、軸受の使用条件が過酷になる傾向が顕著になっており、それに伴い次ぎのような問題が発生してきている。すなわち、高負荷化、高速化により温度上昇が起こり、その影響で軸受部材の硬さが低下して、転がり疲労特性、摩耗特性の劣化を招く。特に、高速化によるすべりの増大、及び温度上昇に伴う潤滑油の低粘度化による潤滑能力不足により、耐摩耗性が著しく劣化し軸受寿命が短縮される。

【0005】 これらの対策として、例えば特開平 4-165045 号公報には、軸受鋼ベースに焼戻軟化抵抗性を向上させる元素として Si、Mo を添加した材料を使

用して高温強度を上げることにより、高温下での軸受の長寿命化を図ることが開示されている。また、特開昭 64-83625 号公報には、Si 含有鋼に、焼入れ時の雰囲気中にアンモニアガスを導入して素材表面に窒素を侵入させるいわゆるマルストレッシング処理を施し、その後 400℃での高温焼戻を施して硬度 Hr C 60 以上を維持するようにして高温下での長寿命を図ることが開示されている。

【0006】 また、従来、鋼表面に微細な炭化物が析出していると耐摩耗性が向上することは既に知られており、軸受材料の耐摩耗性を向上させるために Cr、Mo、V 等の炭化物形成元素を多量に添加して、軸受表面に寿命に悪影響を及ぼさない程度に炭化物を多量に析出させることで耐摩耗性を向上させようとする考え方に基づき、Cr、Mo、V を多量に含んだ合金鋼に焼入・高温焼戻を施して析出硬化させた高速度鋼 M50 などを耐熱軸受用材として使用した例等もある。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記特開平 4-165045 号公報及び特開昭 64-83625 号公報に開示された従来技術は、いずれも軸受の高温強度は向上し、それにより転がり疲労特性は向上するが、耐摩耗性の点ではそれ程大きな向上は認められないという問題点がある。

【0008】 また、析出硬化型の M50 を耐熱軸受用材として使用する従来技術は、C 濃度が高く素材の段階で Cr、Mo、V の巨大炭化物が存在するため前処理の加工性が悪く、また巨大炭化物の存在で炭化物の回りにおいて応力集中が起こり、その部分を起点としてフレーキングを生じ、かえって寿命が低下するという問題点がある。この問題を解決するためには、高温での容体化処理（約 1100℃）を行い、巨大な炭化物をマトリックスに溶け込ませた後に、炭化物を微細化する特別の熱処理を必要とする。そのため、特別の熱処理設備が必要であると共に、熱処理生産性が低下するという問題点を有する。

【0009】 そこで本発明は、上記従来の問題点に着目してなされたものであり、高温環境等の厳しい使用条件下でも耐摩耗特性を向上させ、且つ同時に生産性にも優れた転がり軸受を提供することを目的としている。

【0010】

【課題を解決するための手段】 上記の目的を達成する本発明の転がり軸受は、軌道輪および転動体からなる転がり軸受において、当該軌道輪および転動体の少なくとも一つが、C ; 0.1 ~ 0.7 重量%、Cr ; 0.5 ~ 3.0 重量%、Mn ; 0.3 ~ 1.2 重量%、Si ; 0.3 ~ 1.5 重量%、Mo ; 3 重量%以下の中低炭素低合金鋼に V ; 0.8 ~ 2.0 重量%を含有させた鋼を素材とし、その素材を用いて形成した製品の熱処理時に浸炭または浸炭窒化処理を施し、製品表面の炭素濃度が 0.8 ~ 1.5 重量%で且つ

3

表面のV/C濃度比が1~2.5の関係を満すことにより、製品表面にVC炭化物を析出せしめていることを特徴とするものである。

【0011】ここで、上記「表面」とは、転がり軸受の構成部品である外輪、内輪、転動体における外表面から転動体の直径の2%迄の深さの範囲、すなわち最大せん断応力の発生する位置の範囲をいうものとする。

【0012】

【作用】本願発明者等は、軸受表層の炭化物の形態および炭化物量に着目し、それらと寿命及び耐摩耗性との関係について研究を行った結果、Vの炭化物が最も著しく耐摩耗性を向上させること、特にVC型炭化物が顕著な効果をもたらすこと、V/C濃度比 ≥ 1 の場合にVC型炭化物が数多く形成されることを見出した。

【0013】更に、Vを適量含むVC型炭化物(V₄C₃)が形成されていれば、その他の炭化物形成元素であるCr、Moの含有量にかかわらず耐摩耗性が良好であることを見出して本発明をなすに至ったものである。以下に、本発明の転がり軸受に用いられる含有元素の作用及びその臨界的意義について説明する。

C; 0.1~0.7重量%

これは熱処理前の素材自体のC量であり、本発明は鋼素材として中低炭素鋼を用いることを意味する。C量0.7重量%以上である高炭素鋼を用いると、素材の段階で既に炭化物が析出しており、熱処理以前の製品形成のための塑性加工、旋削加工等における加工性が低くなる。また素材のC濃度が高いと、焼入・焼戻を施した後に心部まで残留オーステナイトがかなりの量存在するから、寸法安定性が悪くなる。従って本発明では、C量が0.1~0.7重量%の中低炭素鋼を素材として用いることで前加工性を良好にし、その後の熱処理に浸炭または浸炭窒化を用いることで製品表面を所定のC濃度(0.8~1.5重量%)に調整するものとした。熱処理法としては、焼戻軟化抵抗性に効果のあるNを添加する浸炭窒化法が特に望ましい。

製品表面のC濃度; 0.8~1.5重量%

Cは炭化物を形成し、基地をマルテンサイト化することにより焼入・焼戻後の硬さを向上させるために必要な元素である。

【0014】製品表面の炭素含有量を0.8重量%以上としたのは、製品に必要な転がり疲れ強さを得るため及び所要の炭化物を形成させるためである。一方、製品表面の炭素含有量の上限を1.5重量%としたのは、C濃度が浸炭窒化時にオーステナイト相と未溶解炭化物の混合組織として、結晶粒界に網目状の粗大炭化物が析出するのを防止するためである。一方、上限を1.5重量%としたのは、1.5重量%を越えるとセメント系炭化物(Fe₃C系)が粗大化して、それらが起点となって製品軸受の転がり疲労特性及び割れ強度を劣化させるからである。

4

【0015】本発明は、上記中低炭素鋼をベースとして、以下に示す組成の合金元素を含有する低合金鋼を用いている。

Cr; 0.5~3.0重量%

Mo; 3.0重量%以下

Si; 0.3~1.5重量%

Mn; 0.3~1.2重量%

低合金鋼を用いた理由は、前加工性あるいは熱処理生産性などが良好なためである。

Cr; 0.5~3.0重量%

Crは焼入性を向上させる元素で、軸受材料としては不可欠な元素である。その他に、多量に添加することにより浸炭又は浸炭窒化により生成する炭化物を硬くて粒成長の遅いM₇C₃型に変えて炭化物の粗大化を防止し、転がり疲労特性を向上するのに役立つ。

【0016】Crの含有量の下限を0.5重量%としたのは、焼入性向上の効果を出すのに必要な最低量のためである。一方、上限を3.0重量%としたのは、CrはVと同じく炭化物形成元素で耐摩耗性に効果を示すが、Crの炭化物は粗大化し易く、粗大化した場合に転がり疲労においてフレーキングの起点となる可能性があるためである。また、Cr含有量が3.0重量%を越えると、表面に酸化被膜を形成して通常の浸炭処理では材料表面へのCの侵入が阻害されるからである。

Mo; 3.0重量%以下

MoもCr、Vと同様に炭化物形成元素である。しかしながら、多量に添加すると前加工性を低下させ、また通常の熱処理では炭化物を微細化しにくい。したがって上限を3.0重量%とした。

【0017】Moは焼戻軟化抵抗性向上に顕著な効果を示す元素であり、含有していることが望ましい。

Mn; 0.3~1.2重量%

焼入性を向上させる元素であり、軸受材料としては不可欠な材料である。焼入性向上効果を出すのに0.3重量%以上必要である。しかしながら、その含有量が多いと非金属介在物が多く生じ易いため、その上限値を1.2重量%とした。

Si; 0.3~1.5重量%

Siは焼戻軟化抵抗性向上に顕著な効果を示す元素である。その効果を出すのに0.3重量%以上必要である。しかしながら、Siは浸炭阻害性を有する元素であることから、上限値を1.2重量%とした。

【0018】本発明は上記の中低炭素低合金鋼に、所定量のVを添加する。

V; 0.8~2.0重量%

Vは焼戻し軟化抵抗を増大し、非常に微細で高硬度なVC炭化物を生成して耐摩耗性及び寿命特性の向上に有効な元素である。V含有量の下限を0.8重量%としたのは、それ以下では添加効果が少ないためである。すなわち、VC型炭化物を析出し易くするには、V濃度がC濃

度を上回る ($V/C \geq 1$) ことが必要であり、したがって下限値を0.8 重量%とした。

【0019】一方、上限値を2.0 重量%としたのは、2.0 重量%を越えると加工性低下するため及び高価でコスト的にも不利になるためである。

【0020】

【実施例】以下に、本発明の実施例を説明する。図1は*

*本発明の転がり軸受1の一実施例の正面図で、外輪2、内輪3、転動体4、保持器5を備えている。この転がり軸受1に用いた素材の合金組成を、実施例、比較例及び従来例と共に表1に示す。

【0021】

【表1】

| | 試料 No. | 合 金 組 成 | | | | | | 備 考 |
|-----|-----------|-------------|------------|------------|------------|-----|------------|------------------|
| | | C | V | Cr | Mo | Mn | Si | |
| 実施例 | 1 | 0.4 | 0.9 | 1.2 | — | 0.4 | 0.7 | |
| 実施例 | 2 | 0.4 | 1.9 | 1.8 | 2.1 | 0.4 | 0.8 | |
| 比較例 | 3 | 0.4 | <u>2.5</u> | 1.9 | 2.0 | 0.4 | 0.8 | V量が上限を越えている |
| 比較例 | 4 | 0.4 | 1.7 | <u>3.2</u> | 2.0 | 0.4 | 0.8 | Cr量が上限を越えている |
| 比較例 | 5 | 0.4 | 1.6 | 1.8 | <u>3.2</u> | 0.4 | 0.7 | Mo量が上限を越えている |
| 比較例 | 6 | 0.4 | 1.6 | 1.8 | 1.9 | 0.4 | <u>1.6</u> | Si量が上限を越えている |
| 比較例 | 7 | <u>0.75</u> | 1.7 | 1.5 | 2.0 | 0.4 | 0.8 | C量が上限を越えている |
| 従来例 | 8 | 1.0 | — | 1.5 | — | 0.3 | 0.2 | SUJ2 |
| 従来例 | 9 | 0.2 | — | 1.0 | — | 0.7 | 0.2 | 通常の肌焼鋼 SCr420 |
| 従来例 | 10 | 0.4 | <u>0.6</u> | 1.5 | 1.0 | 0.4 | 1.0 | 焼戻軟化抵抗性を向上させた浸炭鋼 |
| 従来例 | 11 | 0.8 | 1.0 | <u>4.0</u> | <u>4.0</u> | 0.3 | 0.2 | 高合金鋼 M50 |

【0022】表1中、材料記号No. 1~2は本発明の合金鋼である。比較例No. 3はVの含有量が本発明の上限を越えている。比較例No. 4はCrの含有量が本発明の上限を越えている。比較例No. 5はMoの含有量が本発明の上限を越えている。比較例No. 6はSiの含有量が本発明の上限を越えている。比較例No. 7はCの含有量が本発明の上限を越えている。

【0023】従来例No. 8はJIS鋼種SUJ2であり、Cの含有量が本発明の上限を越えている。従来例No. 9は通常の肌焼鋼SCr420であり、V、Moを含有していない。従来例No. 10は、焼戻軟化抵抗性を向上させた浸炭鋼であり、Vの含有量が本発明の下限に達しない。従来例No. 11は、高合金鋼M50であり、Cr、Moの含有量が本発明の上限を越えている。

【0024】表1に示す組成の各種合金鋼素材を用いて、前加工性、浸炭特性の調査を行い、その後各供試材を用いて転がり軸受及び試験片を製作し、所定の熱処理を施して疲労寿命試験と摩耗試験とを行った。

【A】加工性：転がり軸受1の構成部品の前加工性を調査する目的で、各供試材の焼入前の状態での切削試験を行った。

【0025】試験方法は、送り0.3 mm/rev、切削速度100 m/min、切り込み2.0mmとして供試材の乾式切削を行い、バイトの逃げ面の摩耗率を測定する方法で行った。切削試験の結果を図2に示す。なお、被削性改善のために行う焼鈍は、各供試材ごとに最適温度条件を選定し焼鈍後の硬さがその材料で最低になるようにして行った。図3はその焼鈍工程を示したもので、焼鈍温度700~850℃及び650~700℃は、いずれも供試材毎に選定される温度の範囲を表したものである。

【0026】図2の切削試験結果から、次ぎのことがいえる。

①V、Cr、Moを含む高炭素鋼 ($C \geq 0.7$ 重量%、試料No. 7及び11)は切削性を著しく低下させる。

② 中炭素鋼領域においても、V、Cr、Moが本発明

の成分範囲を越えているもの(試料No. 7, 8, 9)に関しては、通常の軸受材である高炭素高クロム鋼(SUJ2)よりも切削性は不良である。

〔B〕浸炭特性：狙い表面の炭素量1.0～1.2重量%(カーボンポテンシャルC_p値=1.1%)の条件で浸炭を行い、表面からのC濃度勾配を測定した。その結果を図4に示す。

【0027】この浸炭特性調査結果から、Crが3.0重量%を越えるもの(試料No. 4)や、Siが1.5重量*

8
*%を越えるもの(試料No. 6)は、浸炭性を著しく阻害することが明らかである。

〔C〕熱処理と、疲労寿命試験及び摩耗試験：表1から選定した材料組成を有する試験片A～Hについて条件を変えた熱処理を施し、その表面のC量、硬さ、V/C比等を測定した。その結果を表2に示す。

【0028】

【表2】

| 試験片 記号 | 合金 試料 番号 | 熱 処 理 | 表 面 状 態 | | | | |
|-----------|----------------|------------------|---------|-----|------|-----|-------------|
| | | | C% | N% | 硬さHv | V/C | |
| A | 1 | 浸炭(図6参照)－焼入 焼戻 | 0.8 | — | 751 | 1.1 | 実施例 |
| B | 2 | 浸炭(図6参照)－焼入 焼戻 | 1.0 | — | 779 | 1.9 | 実施例 |
| C | 2 | 浸炭窒化(図8参照)－焼入 焼戻 | 1.0 | 0.3 | 787 | 1.9 | 実施例 |
| D | 1 | 浸炭(図6参照)－焼入 焼戻 | 1.2 | — | 764 | 0.8 | 比較例 |
| E | 10 | 浸炭(図6参照)－焼入 焼戻 | 1.0 | — | 761 | 0.6 | 比較例 |
| F | 8 | ずぶ焼き(図5参照)－焼戻 | 1.0 | — | 740 | — | 従来例(SUJ2) |
| G | 9 | 浸炭(図6参照)－焼入 焼戻 | 1.1 | — | 720 | — | 従来例(SCr420) |
| H | 11 | ずぶ焼き(図5参照)－焼戻 | 0.8 | — | 782 | 1.3 | 従来例(M50) |

【0029】表2中の比較例である試験片D, EはV/C値が本発明の下限に達していない。従来例(M50)は、反対にV/C値が本発明の上限を越えている。なお、図5～図8に熱処理工程を示した。疲労寿命試験及び摩耗試験の方法と条件とを、以下に示す。なお、双方とも苛酷な使用条件を考慮に入れて、試験温度は130℃という高温で行った。

〔C-1〕疲労寿命試験

試験機；深溝玉軸受(6206タイプ)寿命試験機
潤滑条件；特に、潤滑条件が厳しい場合を想定して、潤滑油中に異物(鉄粉、硬さHv500～600、大きさ74～147μm)を混入して行った。

【0030】潤滑油；FKBオイル RO150

荷 重；Fr=640kgf

回転数；5000rpm

判 定；フレーキングを起こした時点で寿命とした。

試験の結果を図9に示した。なお、結果は130℃における高温硬さによって整理し、寿命データはL₁₀寿命によって表した。

【0031】図9の結果から、転がり疲労寿命特性は、高温硬さが高くなるに従って良好になっていることがわ

かる。したがって、高温硬さを上昇させるような焼戻軟化抵抗性を良好にする元素であるCr, Mo, V, Siの量を増やすことにより寿命特性は向上するといえる。

〔C-2〕摩耗試験

試験機；二円筒式摩耗試験機(図10参照)。上下に対向させた一對の円筒10にそれぞれ供試片Sを装着して、上から圧力Pを負荷し潤滑油11を吹付けながら互いに接触状態で逆方向に低速回転させて、両供試片Sの摩耗率(mg/m)の平均値を求めた。

【0032】面 圧；100kgf/mm²

回転数；1000rpm

滑り率；20%

潤滑油；FBKオイル RO80

湯 量；700cc/min

試験の結果図11に示した。なお、結果は130℃における高温硬さによって整理し、摩耗データは比摩耗量によって表した。

【0033】図11の結果から、耐摩耗性においては高温硬さが高いと耐摩耗性が優れている傾向が認められたが、その他に、V/C濃度比≥1の場合に良好な耐摩耗性を示した。なお、本発明は転がり軸受を構成する内

輪、外輪、転動体のうちのいずれかに適用することでもできるし、全部に適用することでもできる。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明に係る転がり軸受によれば、軌道輪および転動体の少なくとも一つを中低炭素低合金鋼にV；0.8～2.0重量%を含有させた鋼を素材として形成し、熱処理時に浸炭または浸炭窒化処理を施して表面の炭素濃度が0.8～1.5重量%で且つV/C濃度比が1～2.5の関係を満すVC炭化物が製品表面に析出しているものとした。そのため、非常に微細で高硬度なVC型炭化物で製品表面が被覆されて、厳しい使用条件下での軸受の耐摩耗性を著しく向上させることができると同時に、熱処理前の加工性が良好で生産性にも優れた転がり軸受を提供できるという効果が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の転がり軸受の一実施例の正面図である。

【図2】切削試験の結果を示したグラフである。

【図3】切削試験時の切削前の焼ならし条件を示す図で

10

ある。

【図4】浸炭特性試験の結果を示すグラフである。

【図5】熱処理試験における熱処理工程（ずぶ焼きの場合）の図である。

【図6】熱処理試験における熱処理工程（浸炭の場合）の図である。

【図7】熱処理試験における熱処理工程（ずぶ焼きの場合）の図である。

【図8】熱処理試験における熱処理工程（浸炭窒化の場合）の図である。

【図9】疲労寿命試験結果を示すグラフである。

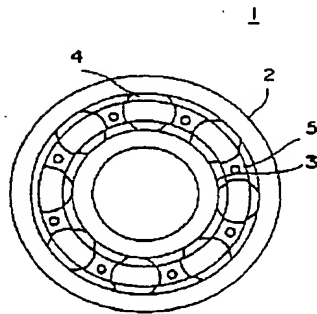
【図10】二円筒式摩耗試験の概要説明図で、(a)は側面図、(b)は正面図である。

【図11】摩耗試験結果を示すグラフである。

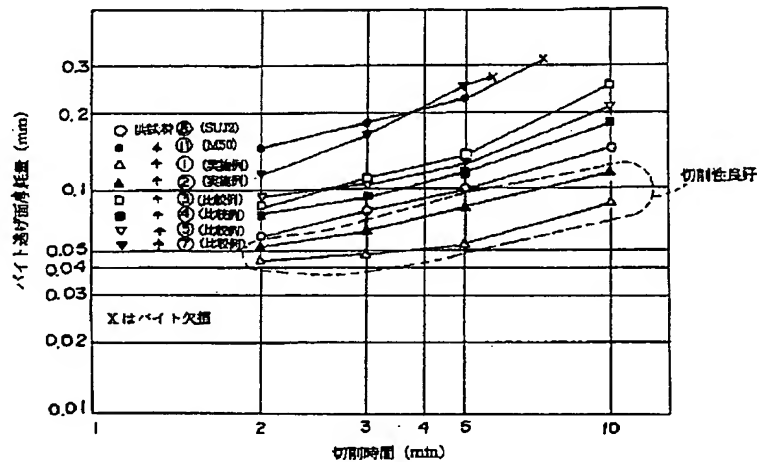
【符号の説明】

- 1 転がり軸受
- 2 外輪（軌道輪）
- 3 内輪（軌道輪）
- 4 転動体

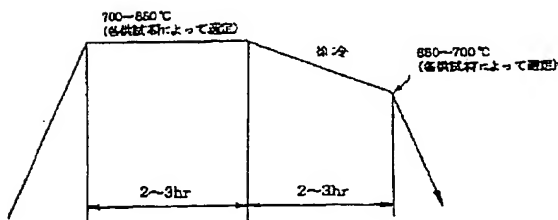
【図1】



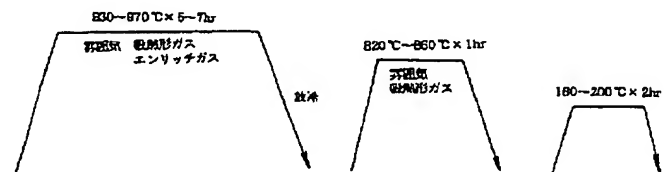
【図2】



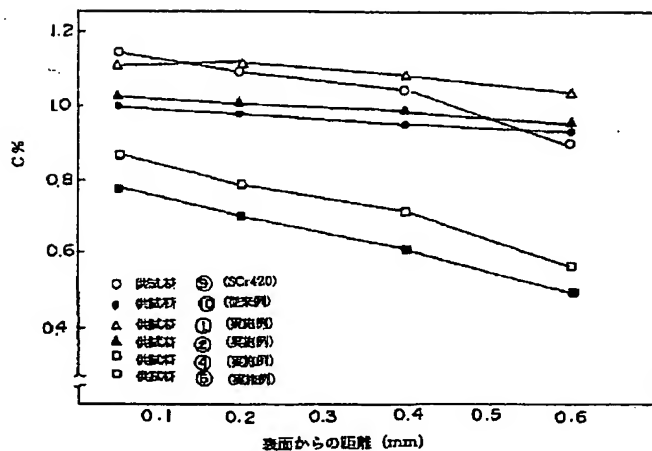
【図3】



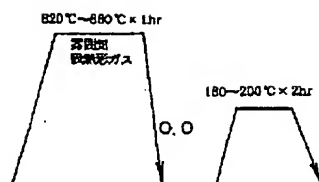
【図6】



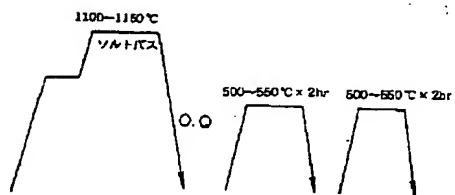
【図 4】



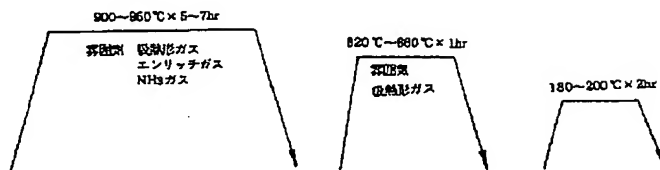
【図 5】



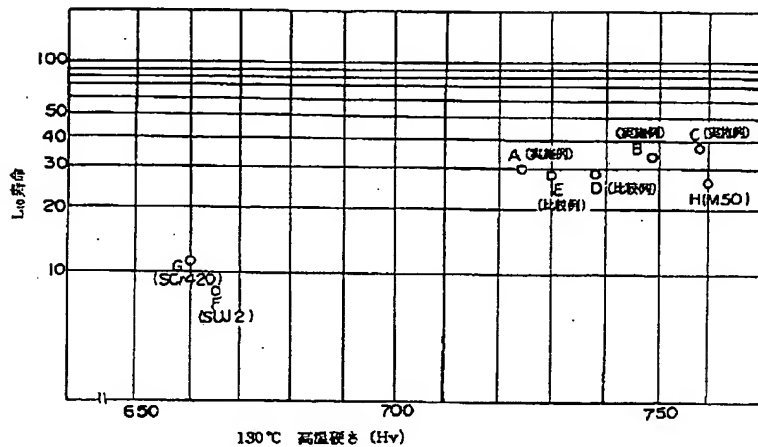
【図 7】



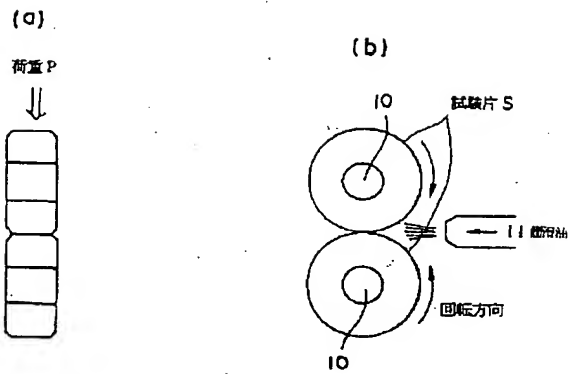
【図 8】



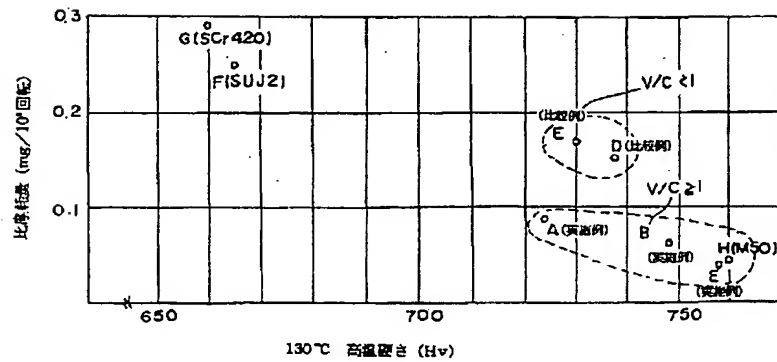
【図 9】



【図 10】



【図 11】



フロントページの続き

(51) Int. Cl. 6

C 23 C 8/32

F 16 C 33/62

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第3部門第4区分

【発行日】平成14年1月9日(2002.1.9)

【公開番号】特開平8-49057

【公開日】平成8年2月20日(1996.2.20)

【年通号数】公開特許公報8-491

【出願番号】特願平6-185718

【国際特許分類第7版】

C23C 8/22

C21D 1/06

9/40

C22C 38/00 301

38/24

C23C 8/32

F16C 33/62

【F I】

C23C 8/22

C21D 1/06 A

9/40 A

C22C 38/00 301 N

38/24

C23C 8/32

F16C 33/62

【手続補正書】

【提出日】平成13年7月30日(2001.7.30)

【手続補正1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】 軌道輪および転動体からなる転がり軸受において、当該軌道輪および転動体の少なくとも一つが、C ; 0.1~0.7重量%、V ; 0.8~2.0重量%、Cr ; 0.5~3.0重量%、Mn ; 0.3~1.2重量%、Si ; 0.3~1.5重量%及びMo ; 3重量%以下を選択的に含有する合金鋼を素材とし、浸炭または浸炭窒化処理を施し、前記軌道輪の軌道輪溝表面及び転動体の転動表面の表面炭素濃度が0.8~1.5重量%で且つ表面のV/C濃度比が1~2.5の関係を満たすことにより、製品表面にVC炭化物を析出せしめてなる耐摩耗性に優れた転がり軸受。

【請求項2】 前記軌道輪の軌道輪溝表面及び転動体の転動表面の表面窒素濃度を0.3重量%以下にしたことを特徴とする請求項1記載の転がり軸受。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正内容】

【0010】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成する本発明の転がり軸受は、軌道輪および転動体からなる転がり軸受において、当該軌道輪および転動体の少なくとも一つが、C ; 0.1~0.7重量%、V ; 0.8~2.0重量%、Cr ; 0.5~3.0重量%、Mn ; 0.3~1.2重量%、Si ; 0.3~1.5重量%及びMo ; 3重量%以下を選択的に含有する合金鋼を素材とし、浸炭または浸炭窒化処理を施し、前記軌道輪の軌道輪溝表面及び転動体の転動表面の表面炭素濃度が0.8~1.5重量%で且つ表面のV/C濃度比が1~2.5の関係を満たすことにより、製品表面にVC炭化物を析出せしめていることを特徴とするものである。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0017

【補正方法】変更

【補正内容】

【0017】Moは焼戻軟化抵抗性向上に顕著な効果を示す元素であり、含有していることが望ましい。

Mn ; 0.3~1.2重量%

焼入性を向上させる元素であり、軸受材料としては不可欠な材料である。焼入性向上効果を出すのに0.3重量%

以上必要である。しかしながら、その含有量が多いと非金属介在物が多く生じ易いため、その上限値を1.2重量%とした。

Si : 0.3~1.5重量%

Siは焼戻軟化抵抗性向上に顕著な効果を示す元素である。その効果を出すのに0.3重量%以上必要である。しかしながら、Siは浸炭阻害性を有する元素であることから、上限値を1.5重量%とした。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0026

【補正方法】変更

【補正内容】

【0026】図2の切削試験結果から、次のことが言える。

① V, Cr, Moを含む高炭素鋼 ($C \geq 0.7$ 重量%、試料No. 7及び11)は切削性を著しく低下させる。

② 中炭素領域においても、V, Cr, Moが本発明の成分範囲を越えているもの(試料No. 3, 4, 5)に関しては、通常の軸受材である高炭素高クロム鋼(SUJ2)よりも切削性は不良である。

〔B〕浸炭特性：狙い表面の炭素量1.0~1.2重量%(カーボンポテンシャルCp値=1.1%)の条件で浸炭を行い、表面からのC濃度勾配を測定した。その結果を図4に示す。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正内容】

【0028】

【表2】

| 試験片 記号 | 合金 試料 番号 | 熱 処 理 | 表 面 状 態 | | | |
|-----------|----------------|--------------------|---------|-----|------|-----|
| | | | C% | N% | 硬さHv | V/C |
| A | 1 | 浸炭(図6参照) - 焼入 焼戻 | 0.8 | — | 751 | 1.1 |
| B | 2 | 浸炭(図6参照) - 焼入 焼戻 | 1.0 | — | 779 | 1.9 |
| C | 2 | 浸炭窒化(図8参照) - 焼入 焼戻 | 1.0 | 0.3 | 787 | 1.9 |
| D | 1 | 浸炭(図6参照) - 焼入 焼戻 | 1.2 | — | 764 | 0.8 |
| E | 10 | 浸炭(図6参照) - 焼入 焼戻 | 1.0 | — | 761 | 0.6 |
| F | 8 | ずば焼き(図5参照) - 焼戻 | 1.0 | — | 740 | — |
| G | 9 | 浸炭(図6参照) - 焼入 焼戻 | 1.1 | — | 720 | — |
| H | 11 | ずば焼き(図7参照) - 焼戻 | 0.8 | — | 782 | 1.3 |

【手続補正6】

【補正対象書類名】図面

【補正対象項目名】図4

【補正方法】変更

【補正内容】

【図4】

